

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ
ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Гомеля М.Д.

«___» _____ 20__ р.

Дипломний проєкт

**на здобуття ступеня бакалавра за освітньо-професійною програмою
«Екологічна безпека» зі спеціальності 101 «Екологія»**

**на тему: «Розробка технологічної схеми очищення зливових вод з
території промислового підприємства»**

Виконала:

студентка IV курсу, групи ЛЕ-12

Сафоненко Вероніка Андріївна

Керівник:

Доцент, к.т.н., Твердохліб Марія Миколаївна

Консультант з розділу «охорона праці»:

Ст. викладач, к.т.н. Ковтун А. І.

Рецензент:

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студентка _____

Київ – 2025 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	ДП 1214.00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	55	
3	A1	ДП 1214.01.001 ТК	Технологічна схема	1	
4	A1	ДП 1214.02.002 ТК	Плану розміщення очисних споруд	1	
5	A1	ДП 1214.03.003 ТК	Профіль руху води	1	
6	A1	ДП 1214.04.004 ТК	Генеральний план	1	
7	A1	ДП 1214.05.005 ТС	Характеристика зливових вод, вимоги до очищеної води		
8	A1	ДП 1214.06.006 ТС	Блок-схема матеріального балансу		

				ДП 1214.00.000		
	ПІБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проєкту	Лист	Листів
Розробн.	Сафоненко В.А.				1	
Керівн.	Твердохліб М. М.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. Е та ТРП Гр. ЛЕ-12	
Зав.кафедри.	Гомеля М.Д					

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра екології та технології рослинних полімерів

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 101 «Екологія»

Освітньо-професійна програма «Екологічна безпека»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Микола ГОМЕЛЯ

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студентки
Сафоненко Вероніки Андріївни

1. Тема проєкту «Розробка технологічної схеми очищення зливових вод з території промислового підприємства», керівник проєкту Твердохліб М.М., к.т.н., доцент, затверджені наказом по університету від «20» травня 2025 р. № 1653-с
2. Термін подання студентом проєкту: 11 червня 2025 року
3. Вихідні дані до проєкту: Витрата води – 3800 м³/добу; концентрація зважених речовин – 2000 мг/дм³; вміст нафтопродуктів – 40 мг/дм³, ХСК– 270 мг/дм³, БСК – 60 мг/дм³.
4. Зміст пояснювальної записки: вступ, техніко-економічне обґрунтування проєкту, технологічна частина, технологічні та гідравлічні розрахунки, будівельна частина, охорона праці, висновки, перелік посилань.
5. Перелік графічного матеріалу: вихідні дані та вимоги до очищеної води; технологічна схема; блок-схема матеріального балансу; план розміщення споруд, профіль руху води.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Ковтун І. М. Ст.викладач к.т.н.		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	14.04 – 18.05	
2	Обґрунтування технологічної схеми	20.05 – 23.05	
3	Виконання розрахунків	24.05 – 30.05	
4	Оформлення поснювальної записки	31.05 – 02.06	
5	Охорона праці	03.06 – 04.06	
6.	Виконання креслень	05.06 – 07.06	

Студентка

Вероніка САФОНЕНКО

Керівник проєкту

Марія ТВЕРДОХЛІБ

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

**на тему: «Розробка технологічної схеми очищення
злизових вод з території промислового підприємства»**

РЕФЕРАТ

Дипломний проект на тему: «Розробка технологічної схеми очищення зливових вод з території промислового підприємства».

Дипломний проект містить пояснювальну записку об'ємом 55 сторінок, 6 аркушів креслень та 3 додатки.

Мета роботи полягає у розробці технологічної схеми для очистки зливових вод з території ПрАТ «Ветропак Гостомельський склозавод» для подальшого зливу їх у р.Ірпінь.

Об'єктом дослідження є розрахунок і вибір очисних споруд.

Пояснювальна записка містить 5 розділів, в яких наведено характеристики дощових вод та вимоги щодо їх очищення, запропоновано нову технологічну схему очистки зливових вод. Представлені теоретичні відомості про фізико-хімічні процеси, що реалізуються у технологічній схемі. Встановлено параметри очисних споруд, розраховано та зображено балансові потоки, описано об'ємно-планувальне та конструктивне вирішення розміщення споруд.

Графічна частина проекту представлена кресленнями у форматі А1 та ілюструє технологічну схему, план розміщення споруд, генеральний план підприємства.

**ЗЛИВОВІ ВОДИ, ЗВАЖЕНІ РЕЧОВИНИ, НАФТОПРОДУКТИ,
ОЧИСНІ СПОРУДИ, ТОНКОШАРОВИЙ ВІДСТІЙНИК, ФЛОТАТОР.**

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ABSTRACT

Diploma project on the topic: "Development of a technological scheme for the purification of stormwater from the territory of an industrial enterprise".

The diploma project contains an explanatory note of 55 pages,
3 sheets of drawings and 3 appendices.

The purpose of the work is to develop a technological scheme for the purification of stormwater from the territory of PrJSC "Vetropack Gostomelsky Glass Plant" for their further discharge into the Irpin River.

The object of the study is the calculation and selection of purification structures.

The explanatory note contains 5 sections, which provide the characteristics of rainwater and the requirements for its purification, a new technological scheme for the purification of stormwater is proposed. Theoretical information about the physicochemical processes implemented in the technological scheme is presented. The parameters of the treatment facilities have been established, the balance flows have been calculated and depicted, the volume-planning and constructive solution of the workshop has been described.

The graphic part of the project is presented by drawings in A1 format and illustrates the technological scheme, the layout plan of the facilities, the general plan of the enterprise.

**STORMWATER, SUSPENDED SOLIDS, PETROLEUM PRODUCTS,
TREATMENT FACILITIES, PLATE SETTLER, FLOTATOR**

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	10
1.1 Загальні відомості про підприємство	10
1.2 Очистка забруднених дощових вод	11
1.3 Проблематика теми в контексті урбоекології	13
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	15
2.1 Характеристика складу вихідної та очищеної води.....	15
2.2 Розробка та обґрунтування технологічної схеми очищення води.....	16
2.3 Теоретичні дані про процеси, що реалізуються в технологічній схемі водоочищення	18
2.4 Розрахунок матеріального балансу.....	24
3. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД.....	33
3.1 Розрахунок резервуару накопичувачу	33
3.2 Розрахунок горизонтального піскоуловлювача	33
3.3 Розрахунок піскового майданчику	34
3.4 Розрахунок тонкошарового відстійника	34
3.5 Розрахунок напірної флотаційної установки	35
3.6 Розрахунок механічних фільтрів.....	36
3.7 Розрахунок шламосховища	37
3.8 Вибір фільтр-пресу.....	38
4. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	39
5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	42
5.1 Стан повітря в цехах	42
5.2 Освітлення	43
5.3 Виробничий шум	44
5.4 Пожежонебезпека	45
5.5 Правила поведінки на території підприємства.....	46
5.6 На території підприємства забороняється	47
5.7 Евакуація в разі аварії	48
Висновок.....	49
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	51
Додаток А. Експлікація до технологічної схеми	53
Додаток Б. Експлікація до плану розміщення очисних споруд	54
Додаток В. Експлікація до профілю руху води	55

ВСТУП

Актуальність забезпечення екологічної безпеки та раціонального використання природних ресурсів, зокрема водних, є одним із пріоритетних завдань сучасного промислового розвитку. Впровадження принципів сталого розвитку та «зелених технологій», спрямованих на мінімізацію антропогенного впливу на довкілля, стає невід'ємною частиною стратегії будь-якого відповідального підприємства.

Промислові підприємства, такі як скляні заводи, несуть значне навантаження на навколишнє середовище. Характерною рисою таких виробництв є утворення різноманітних відходів, включаючи пил, шлами та тверді частинки (склобій, пил шихти, відходи обробки), які осідають на території підприємства. Під час атмосферних опадів (дощу, танення снігу) ці забруднюючі речовини інтенсивно вимиваються, утворюючи об'єми дощових (злизових) стічних вод.

Саме ці стоки, що формуються на виробничих майданчиках, стають серйозним джерелом вторинного забруднення. Незважаючи на те, що обсяги дощових вод можуть бути меншими порівняно з технологічними стоками, їхня небезпека полягає у високому вмісті змитих забруднень: крупнодисперсних частинок (скла, піску, пилу), важких металів (свинцю, бору тощо), неорганічних сполук та інших речовин, характерних для технологічних процесів підприємства. Без належного очищення скидання таких вод у водні об'єкти або міські каналізаційні мережі призводить до суттєвого забруднення водного середовища та порушення екологічної рівноваги.

Метою проекту є розробка ефективної та техніко-економічно обґрунтованої системи очищення дощових стічних вод, що утворюються на території промислової зони, для забезпечення їх відповідності встановленим нормативам перед скиданням або повторним використанням, тим самим значно знижуючи антропогенний тиск на водні ресурси.

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

1.1 Загальні відомості про підприємство

Склозавод "Ветропак" у м. Гостомель – сучасне підприємство, що спеціалізується на виробництві скляної тари для харчової та фармацевтичної промисловості. Підприємство засноване у 2001 році як спільний проект з німецькою компанією *Nienburg Glass* та українською "Оболонь". Завод входить до міжнародної групи Vetropack, яка є одним із провідних європейських виробників упаковки зі скла. У 2015 році Vetropack повністю викупила акції, інвестувавши у модернізацію понад €100 млн. Сьогодні завод є єдиним виробником скляної тари преміум-класу в Україні, сертифікованим за міжнародними стандартами ISO 9001 (якість), ISO 14001 (екологія) та FSSC 22000 (безпека харчових упаковок). Підприємство працює з дотриманням високих стандартів якості та екологічної безпеки, використовуючи передові технології у виробництві.

Підприємство спеціалізується на виробництві скляної тари для харчової та напоевої промисловості, включаючи:

- Пляшки для пива, мінеральної води, алкогольних напоїв (наприклад, для клієнтів "Оболонь", "Карлсберг Україна", "Кока-Кола").
- Скляні банки для консервації та дитячого харчування.
- Флакони для фармацевтичної та парфумної продукції.

Завод випускає понад 600 млн одиниць тари на рік, використовуючи сучасні технології видування та пресування скла.

Основні ринки збуту це Україна (80% продукції) та частково – Молдова. Ключові клієнти: пивоварні компанії: "AB InBev Efes Україна", "Карлсберг Україна". Виробники напоїв: "Кока-Кола", "Оболонь". Харчові бренди: "Радомишль", "Перша приватна броварня".

Склозавод "Ветропак Гостомель" був змушений зупинити виробництво 24 лютого 2022 року через бойові дії в регіоні та ризики для безпеки персоналу. Підприємство зазнало значних збитків – була пошкоджена одна з трьох

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

скловарних печей, а інфраструктура потребувала серйозного ремонту. Проте вже у 2023 році заводу вдалося частково відновити роботу: була запущена одна піч, що дозволило поступово нарощувати виробничі потужності. Керівництво компанії планує в найближчому майбутньому ввести в експлуатацію другу піч, що значно збільшить обсяги випуску продукції.

Внаслідок війни підприємство змушене було скоротити майже дві третини персоналу – з приблизно 600 співробітників у 2021 році до 139 у 2023 році.

Такі рішення були пов'язані з тимчасовим зупиненням виробництва та економічними труднощами. Однак після часткового відновлення роботи деякі колишні працівники повернулися на завод. Крім того, материнська компанія Vetropack запустила спеціальний фонд допомоги постраждалим співробітникам, до якого надійшло 960 тисяч швейцарських франків. Ці кошти спрямовані на підтримку працівників, які втратили житла або потребували медичної допомоги через наслідки війни. Такі заходи демонструють соціальну відповідальність бізнесу в умовах кризи.

1.2 Очистка забруднених дощових вод

Дощові зливові води, що формуються на території промислового підприємства, є значним джерелом потенційного забруднення водних об'єктів. Ці стоки акумулюються на значних площах урбанізованої поверхні, включаючи автотранспортні майданчики, під'їзні шляхи, виробничі цехи, складські зони та інші ділянки, що піддаються антропогенному впливу. У процесі поверхневого стоку дощові води активно вимивають та транспортують широкий спектр забруднюючих речовин, що осідають на цих поверхнях.

До основних категорій забруднень належать:

- Механічні домішки (пісок, пил, скло, тверді частки будівельного сміття).
- Нафтопродукти (мастильні матеріали з автодоріг, стоянок, ремонтних зон).
- Важкі метали (свинець, мідь, цинк, кадмій – продукти корозії,

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

гальмівних колодок, промислових викидів).

- Органічні сполуки: ПАР (поверхнево-активні речовини), феноли, залишки палива.
- Мікробіологічні контамінанти: бактеріальна та вірусна мікрофлора, патогенні мікроорганізми (напр., кишкові палички, ентеровіруси), що потрапляють з ґрунту, відходів тваринного походження чи несправних комунікацій.

Патогенний потенціал дощових вод становить суттєвий санітарно-гігієнічний ризик. Контакт неочищених стоків з відкритими ранами слизовими оболонками людини може призвести до розвитку локальних інфекцій або системних захворювань (гастроентерити, гепатит А, лептоспіроз). Особливу небезпеку вони представляють для персоналу підприємства, який може постійно контактувати з забрудненими поверхнями або водами під час виконання службових обов'язків (обслуговування мереж, ремонтні роботи).

Нормативна необхідність очищення впливає з вимог чинних санітарних (ДСанПіН 2.2.4-171-10) та будівельних (ДБН В.2.5-75:2013) норм України. Безпечний скид дощових вод у міську каналізаційну мережу або безпосередньо у водоймище (в нашому випадку у річку) можливий лише за умови досягнення встановлених гранично допустимих концентрацій (ГДК) за ключовими фізико-хімічними та мікробіологічними показниками. Таким чином, процес технологічного очищення є обов'язковим етапом для запобігання екологічній шкоді та збереження здоров'я населення.

Очищені дощові води, що відводяться з території промислового підприємства до річок, повинні відповідати суворим вимогам. Недопустимим є наявність у них: токсичних речовин, нерозчинних масел та жирів, плаваючого сміття, радіоактивних речовин, кислот чи лугів у концентраціях, що перевищують норми. Концентрація специфічних забруднювачів, характерних для промислового майданця (таких як важкі метали (свинець, мідь, цинк, кадмій тощо), кольорові метали, алюміній, фосфати, сполуки азоту (нітрати, нітрити, амоній), нафтопродукти, зависі, а

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

також показники БСК/ХСК обов'язково мають нормуватися та не перевищувати встановлених нормативів ГДК для рибогосподарських водойм або правил прийому стічних вод до міських очисних споруд (залежно від місця скидання).

1.3 Проблематика теми в контексті урбоекології

Очищення дощових (злизових) вод є однією з найбільш актуальних та складних екологічних проблем сучасного міста, що лежить на перетині інженерних, екологічних, гідрологічних та управлінських аспектів урбоекології. Фундаментальна проблема полягає в тому, що традиційні системи водовідведення, розроблені переважно для господарсько-побутових стічних вод, принципово не пристосовані для ефективного поводження зі зливовими потоками. Дощова вода, стікаючи з урбанізованих територій – покрівель, дорожніх покриттів, тротуарів, майданчиків – не лише транспортує величезні обсяги води, що призводить до перевантаження мереж і комунальних очисних споруд, але й інтенсивно накопичує широкий спектр забруднень. Ці забруднення мають принципово іншу природу порівняно з побутовими стічними водами: важкі метали (свинець, цинк, мідь, кадмій) з вихлопних газів та зносу гальмівних колодок, нафтопродукти та мастила з автодоріг, антиобледенювальні реагенти, поживні речовини (азот, фосфор) з газонів та сільськогосподарських угідь, пістициди, дорожній пил, пісок, сміття та патогенні мікроорганізми з поверхневих стоків.

Особливої уваги заслуговує явище "першого зливу", коли найбільш концентровані забруднення змиваються з поверхні саме під час початку дощу. Цей перший, найбрудніший потік часто потрапляє безпосередньо у водні об'єкти через спеціальні скиди (ливнесброси) або через переливи комбінованих систем каналізації, що забезпечує миттєве потрапляння токсикантів у водойми без будь-якого очищення. Наслідком є систематичне забруднення річок, озер та прибережних акваторій, що проявляється у евтрофікації водойм, деградації водних екосистем, загибелі риби, погіршенні якості води для рекреації та господарських потреб, а також забрудненні підземних водоносних горизонтів. Крім хімічного та біологічного забруднення, неконтрольований поверхневий стік з міста викликає серйозні гідрологічні проблеми:

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

інтенсифікацію паводків і підтоплення, ерозію берегів, зниження рівня ґрунтових вод через зменшення інфільтрації та порушення природного водного балансу території.

Складність вирішення проблеми очищення дощових вод у містах ускладнюється низкою специфічних факторів. По-перше, це висока вартість будівництва та експлуатації спеціалізованих очисних споруд для зливових стоків, які повинні бути розраховані на обробку величезних, але епізодичних обсягів води з високою мінливістю концентрацій забруднень. По-друге, існує значний дефіцит вільних територій у щільно забудованих міських умовах для розміщення таких споруд. По-третє, організаційно-управлінські труднощі пов'язані з розподілом відповідальності між різними господарюючими суб'єктами (комунальні підприємства, дорожні служби, забудовники) та необхідністю комплексного планування на рівні всього водозбору. По-четверте, в Україні досі існує недооцінка масштабів проблеми та недостатня нормативно-правова база, що чітко регулює збір, очищення та скид дощових стоків, особливо з територій промислових підприємств та приватних забудов. Урбоекологічний підхід вимагає визнання дощових вод не як відходу, що потребує швидкого видалення, а як цінного ресурсу, управління яким має бути інтегрованим у систему сталого розвитку міста, спрямованого на відтворення природного водного циклу та мінімізацію антропогенного впливу на водні екосистеми.

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика складу вихідної та очищеної води

Таблиця 2.1 – Характеристика зливових вод, що утворюються на території підприємства.

Параметри	Одиниці вимірювання	Значення
Концентрація зважених речовин	мг/дм ³	2000
Вміст нафтопродуктів	мг/дм ³	40
pH	од	7,0–8,5
Витрата промислових стоків	м ³ /добу	3800
БСК ₅	мг О ₂ /дм ³	60
ХСК	мг/дм ³	270

Очищена вода повертається у р. Ірпінь.

Таблиця 2.3– Вимоги до складу очищеної води

Показники якості технічної води	Одиниця виміру	Максимально допустиме значення показника та (або) концентрація в пробі води
Реакція середовища (pH)	од.	6,5 – 8,0
Зважені речовини	мг/дм ³	12
ХСК _{повн} , не більше	мг/дм ³	30
Нафта та нафтопродукти	мг/дм ³	0,3
БСК _{повн} , мг/дм ³ , не більше	мг/дм ³	6,0

2.2 Розробка та обґрунтування технологічної схеми очищення води

Очищення дощових вод з територій промислових підприємств є критичним для запобігання забруднення водних екосистем. Основні цільові забруднювачі – нафтопродукти (емульговані та вільні форми) та зважені речовини різного походження (пісок, пил, склянна стружка). Обрана технологічна схема базується на поетапному поєднанні фізико-механічних методів, що забезпечує високу ефективність при мінімальних експлуатаційних витратах.

Вибір технологічної схеми ґрунтується на аналізі фізико-хімічних властивостей цих забруднень, ефективності методів очищення, техніко-економічних показників та дотриманні вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10 та ДБН В.2.5-75:2013.

Резервуар-накопичувач виконує функцію буферування та усереднення стоку. Дощові води надходять нерівномірно (пікові витрати під час злив). Він забезпечує регулювання потоку, що дозволяє наступним ступеням очистки працювати в стабільному режимі, незалежно від інтенсивності опадів. Також відбувається попереднє гравітаційне осідання найгрубіших завислих частинок [3, с. 102].

Пісковловлювач та піскові майданчики призначені для видалення крупних механічних домішок (пісок, галька, скалки, крупне сміття, склянні уламки), які осідають під дією сили тяжіння. Цей етап захищає обладнання наступних ступенів (насоси, флотатори, фільтри) від абразивного зносу та засмічення. Піскові майданчики забезпечують підсушування та подальше вивезення ущільненого піску [4, с. 65].

Ключовий етап схеми для видалення емульгованих нафтопродуктів, дрібнодисперсних зважених речовин та флокульованих коагулянтном часток це флотація. Вода насичується повітрям під тиском (3-6 атм). При зниженні тиску в камері флотації утворюються мікробульбашки (20-100 мкм), які прилипають до часток забруднень і спричиняють їх швидке спливання у вигляді піни. Обов'язково застосовується коагуляція (солі Fe або Al, поліелектроліти)

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

для дестабілізації емульсій та агрегації дрібних часток у великі пластівці ("флокули"), що різко підвищує ефективність флотації. [5, с. 150-155].

Флотація ефективна при значних коливаннях витрат та концентрацій, що важливо для дощових вод.

Механічний фільтр призначений для доочищення від залишкових завислих речовин (розмір $> 5-10$ мкм), що пройшли флотацію, а також ущільнених флотопродуктів. Використовуються швидкі фільтри з завантаженням (напр., кварцовий пісок, антрацит). Цей ступінь захищає дорогий фільтр від швидкого засмічення, продовжуючи його ресурс та підвищуючи стабільність роботи системи. [6, с. 212]

Бак очищеної води (БОВ) слугує для накопичення очищеної води перед її скидом у річку. Забезпечує контроль якості (відбір проб для аналізу) та дозволяє здійснювати скид рівномірно, навіть якщо очисні споруди працюють в період дощу у піковому режимі. З БОВ вода відводиться до місця скиду самотпливом або за допомогою насоса.

Запропонована технологічна схема очищення зливових вод є технічно обґрунтованою та ефективною для умов промислових підприємств. Вона враховує специфіку забруднень, забезпечує високий ступінь очищення по основним нормованим показникам, відповідає вимогам нормативних документів України та є економічно доцільною завдяки раціональному поєднанню методів і захисту дорогих елементів.

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

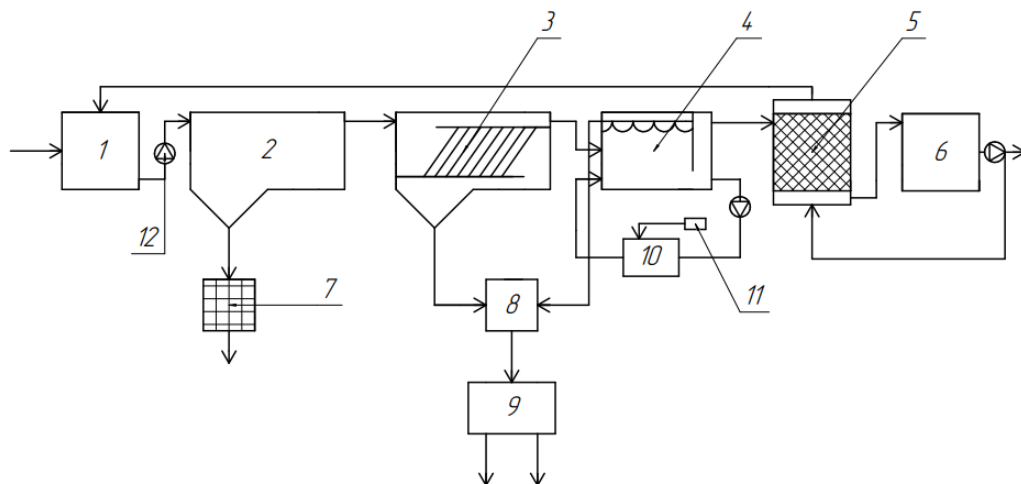


Рисунок 2.1 – Технологічна схема очищення зливових вод

- 1 – резервуар-накопичувач стічних вод; 2 – пісковловлювач;
 3 – відстійник; 4 – флотаційна установка; 5 – механічний фільтр;
 6 – бак очищеної води; 7 – піскові майданчики; 8 – шламонакопичувач;
 9 – фільтр-прес; 10 – напірна камера; 11 – компресор; 12 – насоси.

2.3 Теоретичні дані про процеси, що реалізуються в технологічній схемі водоочищення

Пісковловлювач є основним елементом систем попередньої очистки води, призначеним для видалення піску, гравію та інших важких мінеральних часток з густиною, що перевищує густину води. Для вибору оптимальної моделі рекомендується враховувати: продуктивність, розмір часток, що затримуються, та матеріал корпусу (для агресивних середовищ обирають полімерні варіанти).

Пісковловлювач працює за принципом гравітаційного відстоювання, де важкі мінеральні частки (пісок, гравій) осідають на дно під дією сили тяжіння. Забруднена вода надходить через вхідний патрубок у камеру зі зниженою швидкістю потоку (0.1–0.3 м/с), що створює умови для осідання часток розміром понад 0.2 мм. Осад накопичується в конусоподібному відсіку, звідки періодично видаляється механічним скрепером або промиванням, тоді як очищена вода

виходить через верхній перелив до наступних ступенів очистки. Ефективність процесу залежить від правильної конструкції споруди, зокрема співвідношення довжини до ширини камери (оптимально 3:1) та часу перебування води в апараті (зазвичай 30–60 секунд) [8,9].

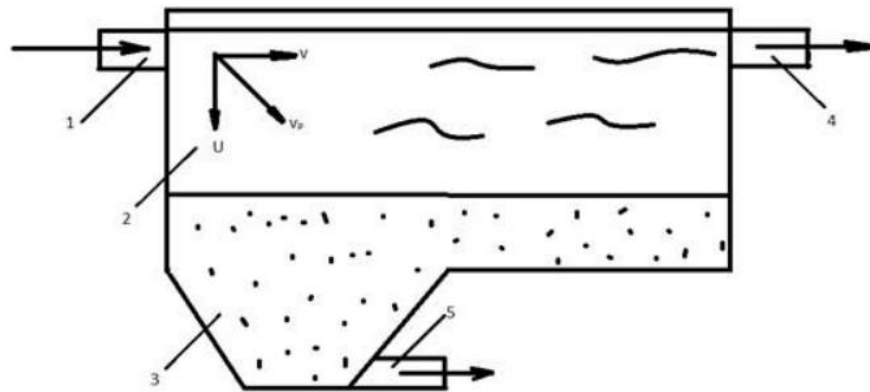


Рисунок 2.2 – Будова піскоуловлювача:

1– отвір та вхідний патрубок; 2 – протічна частина піскоуловлювача, 3 – збірник осаду; 4 – вихідний патрубок; патрубок для безпосередньо видалення накопиченого осаду.

Відстійник є важливою спорудою для механічного очищення води, що працює на принципі гравітаційного розділення сумішей. Основна його функція полягає у відділенні завислих речовин, які за фізичними властивостями поділяються на дві категорії:

1. Важчі за воду частки (пісок, глина, мінеральні включення) – осідають на дно
2. Легші за воду речовини (нафтопродукти, жири, масла) – спливають на поверхню

Конструктивно відстійники класифікують на:

- Вертикальні (висота 4-5 м, діаметр до 10 м)
- Горизонтальні (довжина до 30 м, ширина 3-6 м)
- Радіальні (діаметр 16-60 м)

- Тонкошарові (з пакетами пластин)

Тонкошарові відстійники є сучасними інженерними спорудами для механічного очищення води, які реалізують принцип прискореної седиментації часток у гетерогенних системах. Відмінність від традиційних вертикальних, горизонтальних чи радіальних аналогів полягає в структурному поділі відстійної зони на систему паралельних похилих поверхонь, що зменшує шлях осідання часток і збільшує питому площу седиментації. Після надходження у споруду потік рівномірно розподіляється тонким шаром (зазвичай 40-100 мм) крізь поличкові модулі або трубчасті секції, де під дією сили тяжіння відбувається диференціація фаз. Дрібнодисперсні домішки осідають на поверхні пластин, агрегуються та під власною вагою ковзають до шламового приямку, тоді як освітлена вода рухається до збірних жолобів у верхній зоні .

Тонкошарові відстійники є сучасним рішенням для механічного очищення води, яке має низку переваг у порівнянні з традиційними аналогами (вертикальними, горизонтальними чи радіальними).

Після надходження у відстійник, вода рівномірно розподіляється тонким шаром по поверхні нахилених пластин. Завдяки уповільненню потоку, дрібні домішки осідають на ці пластини, а потім під власною вагою скочуються донизу, де накопичуються у нижній частині споруди. Вода, очищена від часток, виходить з верхньої частини відстійника.

Тонкошарове відстоювання застосовується при необхідності зменшення об'єму очисних споруд унаслідок обмеженості площі, що відводиться для цього та для підвищення ефективності існуючих відстійників. У першому випадку тонкошарові відстійники виконують роль самостійних споруд, у другому – існуючі відстійники доповнюються тонкошаровими модулями, які розташовують в апараті, який удосконалюється перед водоскидним пристроєм.

Ключовим параметром ефективності є кут нахилу пластин, оптимальне значення якого знаходиться в діапазоні 45-60°. Зменшення кута нижче 45° призводить до акумуляції осаду на поверхнях і збільшення частоти промивки,

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тоді як надмірно крутий нахил (понад 60°) сприяє передчасному зриву осаду та порушенню процесу седиментації. Конструктивно пластинчасті модулі виконуються у плоскій або хвилястій конфігурації, що забезпечує формування ламінарних потоків і зменшення турбулентних явищ, а трубчасті системи характеризуються підвищеною жорсткістю та здатністю обробляти потоки зі швидкістю до 2-3 м/год, проте схильні до інтенсивного замулювання .

За критерієм взаємного руху фаз виділяють три кінематичні схеми: прямоточну (вода і осад рухаються в одному напрямку), протиточну (напрямки руху води і осаду протилежні) та перехресну (напрямок зсуву осаду перпендикулярний до руху води). Перехресна схема реалізується переважно в поличних відстійниках і забезпечує мінімальне зворотне змішування фаз, що особливо критично для систем із високою концентрацією суспензій, наприклад при очищенні стічних вод нафтопереробних заводів або виробництвах з використанням коагулянтів . При перехресній схемі видалений осад рухається перпендикулярно руху стічних вод, а при прямоточній і протиточній схемах – відповідно за ходом руху стічних вод або у зворотному напрямку.[10]

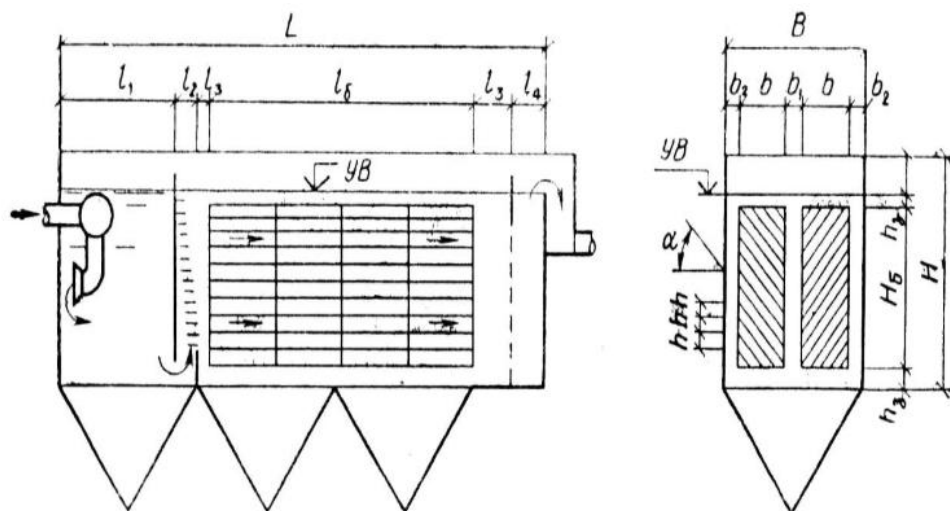


Рисунок 2.3 – Схема тонкошарового відстійника, що працює за перехресною схемою видалення осаду

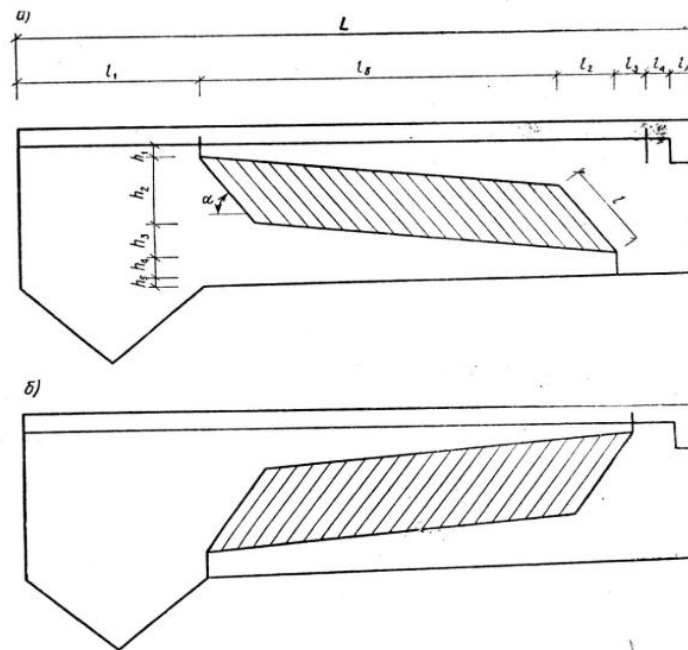


Рисунок 2.4 – Схема відстійника, обладнаного тонкошаровими блоками, що працює за противоточною схемою видалення домішок:

а) важких домішок; б) легких домішок (масла, нафтопродукти)

Фільтрування – це процес відділення твердих частинок від рідини або газу шляхом пропускання через фільтрувальну перегородку (сітку, тканину, пористий матеріал). Основна мета полягає у видаленні завислих речовин, таких як пісок, іржа, мул, органічні включення тощо. Процес ґрунтується на різниці розмірів частинок і пор фільтрувального середовища: частки, більші за пори, затримуються, а очищена рідина проходить далі.[11]

Фільтри класифікують за:

- Типом забруднень: механічні, біологічні, хімічні (іонообмінні, сорбційні).
- Конструкцією: картриджні, сітчасті, дискові, мішкові, колонні.
- Ступенем очищення: грубі (від 50 мкм), тонкі (1–50 мкм), ультратонкі (менше 1 мкм)

Фільтри механічного очищення води – пристрої для виділення з рідини завислих частинок, бруду, волокон та органіки з подальшим їх видаленням. Виділяються три основні принципи, за якими працюють механічні фільтри:

- затримка грязьових включень на сітці, пористому або тканинному матеріалі, намотуванні;
- осадження зважених частинок за рахунок центрифуги та відстоювання;
- фіксація металевих частинок на магніті.

Механічна фільтрація становить первинний етап спрямований на видалення нерозчинених диспергованих частинок без зміни їх хімічної природи. В основі процесу лежить явище бар'єрного розділення, де фільтрувальний матеріал діє як фізичне перешкоджання для твердих включень. Залежно від геометрії фільтруючого середовища та механізму затримання часток виділяють чотири основні типи механічних фільтрів:

Дискові фільтри використовують пакети стиснутих полімерних дисків (лавсан, поліпропілен), поверхня яких містить канавки змінної глибини. При проходженні води крізь цю систему канавки утворюють лабіринтні траєкторії, де відбувається затримання частинок розміром до 5–20 мкм. Продуктивність таких систем зростає завдяки можливості автоматизованої зворотної промивки без розбирання конструкції, що особливо корисне в системах зрошення або промислових водогінних мережах. Ефективність фільтрації регулюється щільністю стиснення дисків, що дозволяє адаптувати систему до різних ступенів забруднення .

Сітчасті фільтри базуються на металевих або полімерних сітках із заданим розміром отворів (від 20 до 500 мкм). Вони функціонують за принципом поверхневого уловлювання, де частки, що перевищують діаметр пор, осідають на вхідній поверхні сітки. Їх перевага полягає в простоті конструкції, можливості багаторазового промивання та високій пропускній здатності, що робить їх ідеальними для попереднього очищення води з відкритих джерел або захисту насосного обладнання від абразивного зносу. В промислових умовах такі фільтри часто оснащують датчиками перепаду тиску для автоматизації процесу промивки .

Гідроциклони реалізують принцип відцентрового розділення. Забруднена рідина тангенційно подається в конічну камеру, де під дією швидкості створюється вихровий потік. Відцентрова сила відкидає важкі частинки (пісок, шлаки) до стінок апарата, звідки вони осідають в шламовісбірник, а очищена рідина виходить через центральний отвір. Такі системи ефективні для видалення часток густиною вище 2500 кг/м^3 і розміром понад 10 мкм , але неефективні для колоїдних суспензій. Вони знайшли застосування у гірничій промисловості для збагачення корисних копалин та в системах водопідготовки для свердловинної води .

Мішечні фільтри використовують пористі текстильні матеріали (поліпропілен, поліестер), які діють за принципом глибинної фільтрації. Забруднення утримуються всередині волокнистої матриці за рахунок механізму адгезії та інтерцепції. Це дозволяє видаляти частки розміром $1\text{--}100 \text{ мкм}$, що робить їх незамінними у харчовій промисловості для фільтрації сиропів, соків або олій. Площа фільтруючої поверхні рукава може сягати 1 м^2 , що забезпечує високу питому продуктивність. Для підвищення ефективності деякі мішки модифікують антибактеріальними покриттями, що актуально у фармацевтичному виробництві .

2.4 Розрахунок матеріального балансу

Розрахунок матеріального балансу починаємо зі складання таблиць даних, які містять характеристики води, що знаходять на очищення, концентрації розчинів, реагентів.

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Таблиця 2.4 – Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу

Показник	Значення
Концентрація зважених речовин	2000 мг/дм ³
Вміст нафтопродуктів	40 мг/л
pH	6,9-7,5
Витрата промислових стоків, м ³ /добу	3800
Вміст зважених речовин після приймального резервуару – відстійника, мг/дм ³	1900
Вміст нафтопродуктів після приймального резервуару – відстійника, мг/дм ³	30
Вміст зважених речовин після пісковловлювача, мг/дм ³	400
Концентрація нафтопродуктів після пісковловлювача, мг/дм ³	20
Концентрація завислих речовин на виході з відстійника, мг/дм ³	50
Концентрація нафтопродуктів після відстійника, мг/дм ³	15
Концентрація нафтопродуктів на виході з флотаційної камери, мг/дм ³	0,5
Концентрація завислих речовин після механічного фільтра, мг/дм ³	12
Концентрація нафтопродуктів після механічного фільтра, мг/дм ³	0,3
Концентрація осаду у ємності для збору осаду	90000
Час роботи станції	24 год

Витрата промислових вод складає 3800 м³/добу, то саме таке число ми приймаємо за Q – розрахункова виробнича потужність для станції очищення води.

Подача води вказана на розраховану максимальну продуктивність, зважаючи на інтенсивність опадів. За умови, що установка буде працювати 4 години, середньо-годинна витрата води буде розраховуватися за наступною формулою (1.1):

$$Q_{\text{сер. вит/годину}} = \frac{Q_{\text{сер. вит/добу}}}{24}$$

$$Q_{\text{сер. вит/годину}} = \frac{3800}{24} = 158,3 \text{ м}^3/\text{год}$$

Таким же чином розраховується за формулою (1.2) середню посекундну витрату води:

$$Q_{\text{сер/с}} = \frac{Q_{\text{сер. вит/годину}}}{3600}$$

$$\frac{Q_{\text{сер}}}{\text{с}} = \frac{158,3}{3600} = 0,044 \text{ дм}^3/\text{с}$$

Розрахунок максимально і мінімально можливих секундних навантажень, за формулами, яку розраховуються в залежності з коефіцієнтом нерівномірності водовідведення згідно нормативу СНіП 2.04.03-85.

$K_{\text{max}}=1,55$ (для максимального навантаження),

$K_{\text{min}}=0,61$ (для мінімального навантаження).

Максимальна секундна витрата:

$$q_{\text{max/с}} = q_{\text{сер/с}} \cdot K_{\text{max}} = 0,044 \times 1,55 = 0,068 \text{ дм}^3/\text{с}$$

Мінімальна секундна витрата:

$$q_{\text{min/с}} = q_{\text{сер/с}} \cdot K_{\text{min}} = 0,44 \cdot 0,61 = 0,027 \text{ дм}^3/\text{с}$$

Розрахунок максимальної допустимої годинної витрати: (1.5)

$$Q_{\text{max}} = 3,6 \cdot q_{\text{max/с}} = 3,6 \cdot 0,068 = 0,245 \text{ м}^3/\text{годину}$$

Розрахунок меж очищення води від забрудників за формулою (1.6):

$$E = \frac{100 \cdot (C_{\text{до}} - C_{\text{після}})}{C_{\text{до}}}$$

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Так для ХСК необхідним є очистка:

$$E = \frac{100 \cdot (270 - 30)}{270} = 88,8\%$$

Для БСК5:

$$E = \frac{100 \cdot (60 - 6)}{60} = 90\%$$

Для зважених речовин:

$$E = \frac{100 \cdot (2000 - 12)}{2000} = 99,4\%$$

Для нафтопродуктів:

$$E = \frac{100 \cdot (40 - 0,3)}{40} = 99,25\%$$

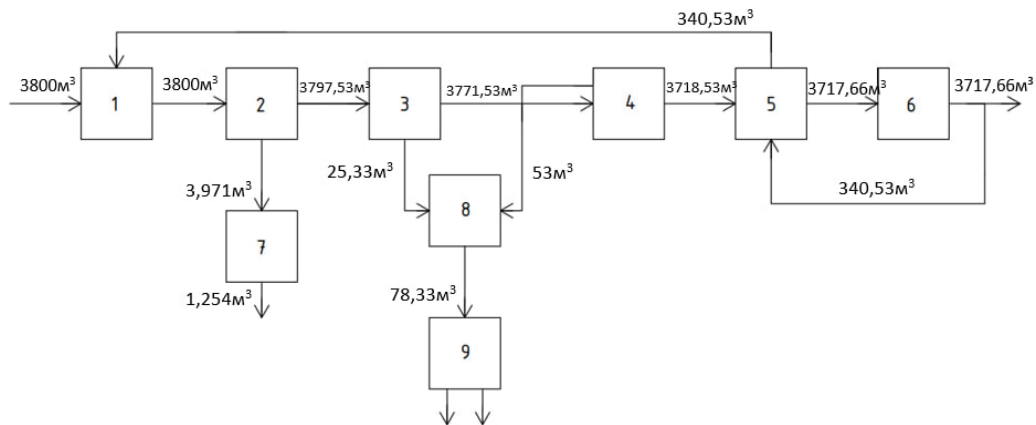


Рисунок 2.5 – Блок схема очищення дощових вод

- 1 – резервуар накопичення; 2 – пісковловлювач; 3 – відстійник;
4 – флотаційна установка; 5 – механічний фільтр; 6 – бак очищеної води;
7 – піскові майданчики; 8 – шламонакопичувач; 9 – фільтр-прес;

Розрахунок маси осаду, що утворюється в приймальній камері:

$$M = \frac{Q \cdot (C_1 - C_2)}{10^6}, \text{ т/добу}$$

Q – Витрата зливових вод, м³/добу

C₁ та C₂ – концентрації завислих речовин на вході та виході з приймальної камери, відповідно, мг/дм³;

$$M = \frac{3800 \cdot (2000 - 1900)}{10^6} = 0,38 \text{ т/добу}$$

Об'єм осаду, м³:

$$V_{oc} = \frac{Q(C_1 - C_2)}{(100 - P)\rho \cdot 10^4}$$

ρ - густину осаду приймаємо 1,05 т/м³; вологість осаду приймаємо при транспортуванні під гідростатичним тиском $P = 95 \%$

$$V = \frac{3800 \cdot (2000 - 1900)}{(100 - 95) \cdot 1,05 \cdot 10^4} = 7,24 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Згідно з нормативними документами об'єм затриманого піску має становити 0,02 дм³ на одного жителя на добу, вологість піску – 60 %, густина піску – 1,5 т/м³, вміст піску в осаді – 60 %. Розрахунок об'єму затриманого піску за добу в піскоуловлювачі, за формулою:

$$W_{\text{піск}} = \frac{3800 \cdot 0,55}{1000} = 2,09 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахунок частки ваги затриманого піску, за формулою:

$$G_{\text{піскЕвода}} = W_{\text{піск}} \cdot 1,5$$

$$G_{\text{піскЕвода}} = 2,09 \cdot 1,5 = 3,135 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахунок сумарної кількості води, що збирається з піском, за формулами:

$$G_{\text{води}} = G_{\text{піскЕвода}} \cdot 0,6$$

$$G_{\text{води}} = 3,135 \cdot 0,6 = 1,881 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$W_{\text{піскЕвода}} = W_{\text{піск}} + G_{\text{води}}$$

$$W_{\text{піскЕвода}} = 2,09 + 1,881 = 3,971 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахунок відносної маси сухого піску, за формулою:

$$G_{\text{піск}} = G_{\text{піскЕвода}} - G_{\text{води}}$$

$$G_{\text{піск}} = 3,135 - 1,881 = 1,254 \text{ т/добу}$$

Таким чином, в піскоуловлювачі осаджується 3,971 м³/добу - піску з водою, після перебування на піщовому майданчику, в піскоуловлювач повертається 1,881 м³/добу води, а залишається вологий пісок об'ємом 2,09 м³/добу, відносна маса сухого піску якого складає - 1,254 м³/добу, а

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

на наступний етап очистки йде:

$$V_{3-4} = V_{2-3} - W_{\text{піскЕвода}} + G_{\text{води}} = 3800 - 3,971 + 1,881 = 3797,91 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахунок маси осаду за сухою речовиною у тонкошаровому відстійнику:

$$M = \frac{Q \cdot (C_1 - C_2)}{10^6}, \text{ т/добу}$$

Q – Витрата зливових вод, м³/добу

C₁ та C₂ – концентрації завислих речовин на вході та виході з відстійника, відповідно, мг/дм³;

$$M = \frac{3800 \cdot (400 - 50)}{10^6} = 1,33 \text{ т/добу}$$

Об'єм осаду, м³:

$$V_{oc} = \frac{Q(C_1 - C_2)}{(100 - P) \rho \cdot 10^4}$$

$$V = \frac{3800 \cdot (400 - 50)}{(100 - 95) \cdot 1,05 \cdot 10^4} = 25,33 \text{ м}^3/\text{добу}$$

ρ - густину осаду приймаємо 1,05 т/м³; вологість осаду приймаємо при транспортуванні під гідростатичним тиском P = 95 %

Розрахунок об'єму води для газоповітряної суміші (q):

$$q = 0.1 \cdot Q$$

Q=3800 м³/добу (загальний об'єм стічної води).

$$q = 0.1 \cdot 3800 = 380 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахунок об'єму повітря (X), що розчиняється у воді:

За умовою, у 1 м³ води розчиняється 0.03 м³ повітря.

Формула:

$$X = q \cdot 0.03$$

$$X = 380 \cdot 0.03 = 11.4 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Об'єм рідини у піні (X):

$$X = \frac{Q}{100}$$

$$X = \frac{3800}{100} = 38 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахунок об'єму піни (W_p):

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{ш}=1.5 \cdot \text{Сп.н.р.} + V_{в}$$

$$V_{в}=X=38 \text{ м}^3/\text{добу (об'єм води у піні)}$$

Сп.н.р. – концентрація нерозчинних речовин (10 г/дм³)

$$W_{ш}=1.5 \cdot 10 + 38 = 15 + 38 = 53 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Об'єм зони накопичення осаду після флотатора (W_1)

$$W_1 = \frac{Q \cdot (C - C_1)}{\delta_1}$$

$Q=3800 \text{ м}^3/\text{добу}$ (витрата стічних вод)

$C=50 \text{ мг/дм}^3$ (початкова концентрація завислих речовин)

$C_1=25 \text{ мг/дм}^3$ (концентрація на виході з флотатора)

$\delta_1=90000 \text{ г/м}^3$ (концентрація твердої фази в осаді)

$$W^1 = \frac{3800(50 - 25)}{90000} = 1,05 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Об'єм зони накопичення осаду після відстійника (W_2)

$$W_2 = \frac{Q \cdot (C_1 - C_2)}{\delta_1}$$

$C_2 = 0,3 \text{ мг/дм}^3$ (концентрація після відстійника)

$$W^2 = \frac{3800 \cdot (0,5 - 0,3)}{90000} = 0,0084 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Загальний об'єм зони накопичення осаду (W_3)

$$W_{заг}=W_1+W_2=1,05+0,0084 \approx 1,0584 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$Q_{\phi} = \frac{Q \cdot D_{\phi}}{1000 \cdot P_{\phi}}$$

$Q=3800 \text{ м}^3/\text{добу}$ (витрата стічних вод)

$D_{\phi}=0,5 \text{ г/м}^3$ (доза флокулянту)

$P_{\phi}=99,5\%$ (вміст основного компоненту)

Розрахунок:

$$Q_{\phi} = \frac{3800 \cdot 0.5}{1000000} = 1.9 \text{ кг/добу}$$

$$Q_{в} = \frac{Q_{\phi} \cdot (100 - P_{\phi})}{D_{\phi}}$$

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_B = \frac{0,0019 \cdot 0,5}{0,5} = 0,0019 \text{ т/добу} = 1,9 \text{ кг/добу}$$

Розрахунок механічних фільтрів. Загальна площа фільтрування (F):

$$F = \frac{Q - W_1 - q_{\text{пін}}}{24 \cdot V_{\text{ф}} - 3,6 \cdot l_n \cdot 0,1 - 2 \cdot 0,33 \cdot V_{\text{ф}}}$$

$$Q = 3800 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$W_1 = 1,05 \text{ м}^3/\text{добу} \text{ (осад після флотатора)}$$

$$q_{\text{пін}} = 38 \text{ м}^3/\text{добу} \text{ (рідина у піні, 1\% від Q)}$$

$$V_{\text{ф}} = 6 \text{ м/год (швидкість фільтрування)}$$

$$F = \frac{3800 - 1,05 - 38}{24 \cdot 6 - 3,6 \cdot 16 \cdot 0,1 - 2 \cdot 0,33 \cdot 6} = 28 \text{ м}^2$$

Кількість фільтрів (N):

$$N = F = 28 \approx 3 \text{ фільтрів}$$

Площа одного фільтра:

$$F_1 = F/N = 28/3 \approx 9,33 \text{ м}^2$$

Обчислення витрати води на промивку фільтрів:

$$q_{\text{промив}} = F \cdot \omega \cdot n \cdot t_1 \cdot 3,6$$

$$q_{\text{промив}} = 29,56 \cdot 16 \cdot 2 \cdot 0,1 \cdot 3,6 = 340,53 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Маса осаду після флотатора:

$$m = \frac{(C - C_1) \cdot Q}{10^6}$$

$$m = \frac{(50 - 25) \cdot 3800}{10^6} = 0,095 \text{ т/добу}$$

Після відстійника:

$$m' = \frac{(C_1 - C_2) \cdot Q}{10^6}$$

$$m' = \frac{(0,5 - 0,3) \cdot 3800}{10^6} = 0,00076 \text{ т/добу}$$

Загальна маса:

$$m'' = m + m' = 0,095 + 0,00076 \approx 0,09576 \text{ т/добу}$$

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Тверда фаза (при 50% вологості):

$$M=m''\cdot 2=0,09576\cdot 2=0,19152\text{т/добу}$$

Вода для скиду:

$$V=W_{\text{заг}}-M=1,0584-0,19152\approx 0,86688\text{м}^3/\text{добу}$$

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІНЧІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД

3.1 Розрахунок резервуару накопичувачу

Об'єм камери маємо розрахувати з запасом, оскільки дощові та талі води є наслідком стихійних явищ і їх процес очистки не завжди може бути передбачуваним. Тому розраховуємо резервуар на повну витрату води за добу. Час перебування води в резервуарі 1 година.

Об'єм резервуару-накопичувача:

$$V = \frac{Qt}{T} = \frac{3800 \cdot 1}{24} = 158,3 \text{ м}^3$$

Приймаємо, що висота резервуару $H=5$ м

$$\text{Отже його площа становитиме: } F = \frac{V}{H} = \frac{158,3}{5} = 31,6 \text{ м}^2$$

Резервуар прямокутний у плані, приймаємо його ширину $B=4$ м.

$$\text{Отже довжина резервуару становитиме: } L = \frac{F}{B} = \frac{31,6}{4} = 8 \text{ м}$$

3.2 Розрахунок горизонтального піскоуловлювача

Розрахунок довжини піскоуловлювача за формулою:

$$L = v_{\max} \cdot t \cdot 60$$

$$L = 0,15 \cdot 0,5 \cdot 60 = 4,5 \text{ м}$$

де $v_{\max}=0,15$ м/с – швидкість потоку;

$t=0,5$ хв – тривалість потоку.

Розрахунок площі живого перерізу піскоуловлювача за формулою:

$$S = \frac{q_{\max}}{v_{\max}}$$

$$S = \frac{0,0131}{0,15} = 0,0875 \text{ м}^2$$

Розрахунок числа відділень піскоуловлювача за формулою:

$$n = \frac{S}{b \cdot h_1} = \frac{0,0875}{0,3 \cdot 0,3} = 1$$

$b=0,3$ м – ширина відділення піскоуловлювача;

$h_1=0,3$ м – глибина потоку води.

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок загальної глибини за формулою:

$$H=h_{\text{борт}}+h_1+h_2$$

$h_{\text{борт}}=0,2\text{м}$ – висота бортів над рівнем води;

$h_2=0,1\text{м}$ – глибина шару осаду.

$$H=0,2+0,3+0,1=0,6$$

3.3 Розрахунок пісового майданчику

Розрахунок корисної площі пісового майданчику за формулою:

$$S=\frac{V_{\text{ос}}}{K}$$

$V_{\text{ос}}=11,474\text{м}^3/\text{рік}$ – об'єм піску, що подається на пісовий майданчик;

$K=3$ – коефіцієнт навантаження для пісового майданчику.

$$S=\frac{11,474}{3}=3,83\text{м}^2$$

Розраховану площу збільшують на коефіцієнт, що враховує площу, яка зайнята дорогами, каналами та огорожуючими валами. Для великих споруд приймається коефіцієнт 1,4:

$$S_{\text{заг}}=3,83 \cdot 1,4=5,35\text{ м}^2$$

Таким чином, загальна площа пісового майданчику становить $5,35\text{ м}^2$.

3.4 Розрахунок тонкошарового відстійника

Для даної технологічної схеми обираємо тонкошаровий відстійник. Спочатку розраховується робоча довжина відстійника:

$$l_p = \frac{h_{\text{яп}} \cdot v}{k \cdot u_0 \cdot \cos \alpha}$$

$h_{\text{яп}}=0,05\text{ м}$ – відстань між двома пластинами;

$\alpha=45$ – кут нахилу пластин;

$v=6\text{мм/с}=0,006\text{м/с}$ – лінійна швидкість руху води;

$u_0=0,4\text{мм/с}=0,0004\text{м/с}$ - гідравлічна крупність осаду;

$k=0,5$ - коефіцієнт, що залежить від напрямку руху води та осаду.

$$l_p = \frac{0,05 \cdot 6}{0,5 \cdot 0,04 \cdot 0,707} = \frac{0,0003}{0,0001414} \approx 21,2\text{м}$$

$q=30,5\text{м}^3/\text{год}$ – витрата води

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$U_0=0,4$ мм/с – гідравлічна крупність осаду

$n=3$ – кількість пластин у секції

$N=2$ – кількість секцій

$l_p=2,12$ м – довжина пластини

$$B = \frac{q}{U_0 \cdot n \cdot N \cdot l_p \cdot 3,6}$$

$$B = \frac{30,5}{0,04 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2,12 \cdot 3,6} \approx 16,65 \text{ м}$$

3.5 Розрахунок напірної флотаційної установки

Подача води на утворення газоповітряної суміші, буде дорівнювати:

$$q = 0,1 q_{\text{год}}$$

$$q = 0,1 \cdot 158,3 = 15,8 \text{ м}^3/\text{год}$$

При продуктивності установки більше $1000 \text{ м}^3/\text{год}$ глибина камери складає $1 \div 2,5$ м. Камера на плані може бути квадратна або прямокутна. Питоме навантаження на 1 м^2 площі камери складає приблизно $4 - 6 \text{ м}^3/\text{год}$.

Визначаємо площу дзеркала води в флотаційній камері:

$$F = \frac{Q \cdot t}{60 \cdot H}$$

$$F = \frac{158,3 \cdot 20}{60 \cdot 2,5} = 21,1 \text{ м}^2$$

$H=2,5$ м – глибина флотаційної камери (може бути від 1 до 3 м);

$t=20$ хв – час перебування води в камері (може бути від 20 до 60 хв);

$Q=158,3 \text{ м}^3/\text{год}$ – витрата води.

Розрахунок об'єму напірної камери:

$$V = \frac{q \cdot t'}{60}$$

$$V = \frac{2,1 \cdot 4}{60} = 0,14 \text{ м}^3$$

$q=2,1 \text{ м}^3/\text{год}$ – подача очищеної води для утворення газоповітряної суміші;

$t'=4$ хв – час перебування води в напірній камері (може бути від 3 до 5 хв).

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.6 Розрахунок механічних фільтрів

Для механічних фільтрів розрахунок площі фільтрування виконують з врахуванням відключення фільтрів на промивку, при цьому має бути врахована швидкість фільтрування у форсованому режимі та нормальна швидкість фільтрування.

Площа фільтрування розраховується за формулою:

$$F = \frac{Q}{T \cdot V_n - 3,6 \cdot \omega \cdot n \cdot t_1 - t_2 \cdot V_n \cdot n}, \text{ м}^2$$

T – час роботи станції, $T = 24$ год/добу;

V_n – швидкість фільтрування, $V_n = 6$ м/год;

ω – інтенсивність подачі води на промивання фільтрів, $16 \text{ дм}^3/\text{с}$;

n – число промивок, $n = 2$; t_1 – час промивки фільтру, $t_1 = 0,1$ год;

t_2 – час простою фільтра у зв'язку з промивкою, $t_2 = 0,33$ год.

$$F = \frac{3800}{24 \cdot 6 - 3,6 \cdot 16 \cdot 2 \cdot 0,1 - 0,33 \cdot 6 \cdot 2} = 29,56 \text{ м}^2$$

Кількість фільтрів:

промивки фільтру, $t_1 = 0,1$ год;

t_2 – час простою фільтра у зв'язку з

$$N = \frac{\sqrt{F}}{2} = \frac{\sqrt{29,56}}{2} = 3$$

Беремо 3 фільтри.

Площа одного фільтру:

$$F = \frac{29,56}{3} = 9,85 \text{ м}^2$$

Швидкість фільтрування у форсованому режимі:

$$V_\phi = \frac{N}{N - N_1} \cdot V_n, \quad \text{м/год}$$

N – число фільтрів;

N_1 – число фільтрів відключених на ремонт: $N < 20$, $N_1 = 1$

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$V_{\phi} = \frac{3}{3-1} \cdot 6 = 9 \text{ м/год}$$

Загальна висота фільтру:

$$H = H_{\text{п.з.}} + H_{\text{ф.з.}} + H_{\text{в}} + h_{\text{б}}, \text{ м}$$

$H_{\text{п.з.}}$ – висота шару підтримуючого завантаження (0,7 м);

$H_{\text{ф.з.}}$ – висота шару фільтруючого завантаження (1,5 м);

$h_{\text{б}}$ – будівельний запас висоти (0,3 м);

$H_{\text{в}}$ – висота водного шару (2 м);

$$H = 0,7 + 1,5 + 2 + 0,3 = 4,5 \text{ м}$$

Обчислення витрати води на промивку фільтрів:

$$q_{\text{промив}} = F \cdot \omega \cdot n \cdot t_1 \cdot 3,6$$

$$q_{\text{промив}} = 29,56 \cdot 16 \cdot 2 \cdot 0,1 \cdot 3,6 = 340,53 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

3.7 Розрахунок шламосховища

Об'єм осаду, що надходить до шламосховища протягом доби $W_{\text{ос}} = 2,098 \text{ т/добу} = 2098 \text{ кг/добу}$. Концентрація твердої фази в осаді: $40\,000 \text{ г/м}^3 = 40 \text{ кг/м}^3$. Тоді:

$$W = \frac{m}{p} = \frac{2098}{40} \cdot \frac{8}{24} = 17,483 \text{ м}^3$$

Приймаємо висоту шламосховища $H = 5 \text{ м}$.

Площа шламосховища:

$$F = \frac{W}{H} = \frac{17,5}{5} = 3,5 \text{ м}^2$$

Діаметр шламосховища:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{F}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{3,5}{3,14}} = 2,11 \text{ м}$$

Отже, необхідно одне шламосховище діаметром 2,11 м та висотою 5 м.

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.8 Вибір фільтр-пресу

Фільтр-преси рамні РОМ призначені для фільтрування суспензій із вмістом твердої фази до 500000 мг/дм³. Як фільтрувальні перегородки використовуються тканини з бавовни, поліпропілену, поліефіру, поліаміду. У якості фільтр-пресу для даного проєкту було обрано РОМ 1000х1000 площа фільтрування якого 112 м². Параметри фільтр-пресу: ширина 1,7 м; довжина 4,92 м; висота 1,6 м.

3.9 Розрахунок баку освітленої води

Час перебування води у баці освітленої води – 1 год.

Об'єм баку:

$$V = \frac{Qt}{T} = \frac{3800 \cdot 1}{24} = 158,3 \text{ м}^3$$

Приймаємо, що висота резервуару Н=5 м

Отже його площа становитиме: $F = \frac{V}{H} = \frac{158,3}{5} = 31,6 \text{ м}^2$

Резервуар прямокутний у плані, приймаємо його ширину В=4 м.

Отже довжина резервуару становитиме: $L = \frac{F}{B} = \frac{31,6}{4} = 8 \text{ м}$

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Генеральний план підприємства

Генеральний план промислового підприємства – це комплексна схема територіального розміщення усіх об'єктів підприємства, яка відображає розташування будівель, споруд, транспортної інфраструктури, комунікаційних мереж, зон благоустрою та санітарно-захисних ділянок. На такому плані обов'язково вказуються всі функціональні зони, включно з виробничими, адміністративними, складськими та технічними об'єктами.

Важливими складовими генерального плану є зручна транспортна логістика, що включає проїзди, залізничні колії, під'їзні шляхи для транспортування сировини та продукції, а також мережі інженерного забезпечення. Планування території повинно відповідати нормам пожежної безпеки та санітарно-гігієнічним вимогам. Зокрема, передбачено необхідність безперешкодного доступу пожежної техніки до будь-якої будівлі, що може бути важливим у разі надзвичайної ситуації.

Проектування генерального плану здійснюється з урахуванням ефективного використання як наземного, так і підземного простору, а також гармонійного поєднання з існуючою забудовою. Особлива увага приділяється озелененню та благоустрою, що сприяє створенню комфортного та безпечного виробничого середовища.

Усі ці вимоги базуються на положеннях нормативного документа СНиП II-89-80 «Генеральні плани промислових підприємств». Згідно з ним, щільність забудови території підприємства може варіюватися від 30% до 60%, залежно від специфіки виробництва. Крім того, враховується категорія пожежної небезпеки об'єктів, їх вогнестійкість, необхідні санітарні розриви та відстані між будівлями. На ілюстрації (рисунок 4.1) представлено приклад реалізованого генерального плану підприємства.

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

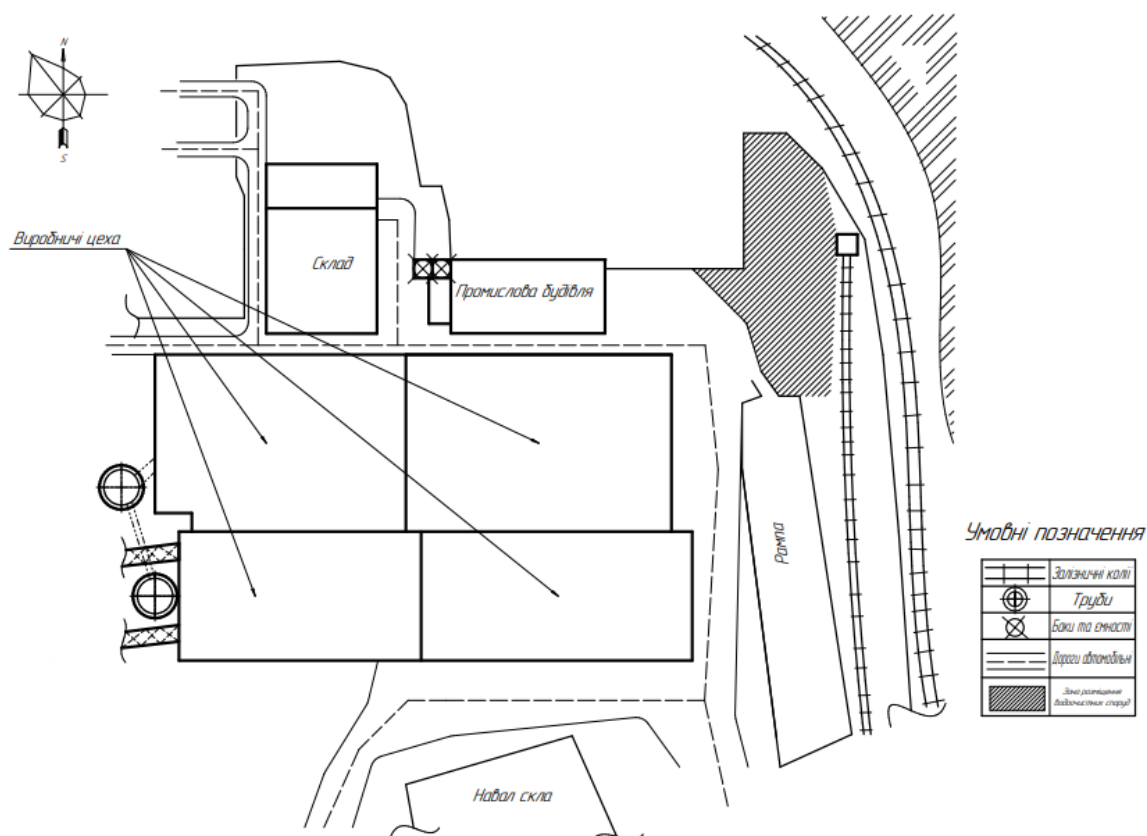


Рисунок 4.1 – Генеральний план підприємства Заштрихована зона відповідає площі на якій розміщуються очисні споруди.

4.2 План розміщення очисних споруд

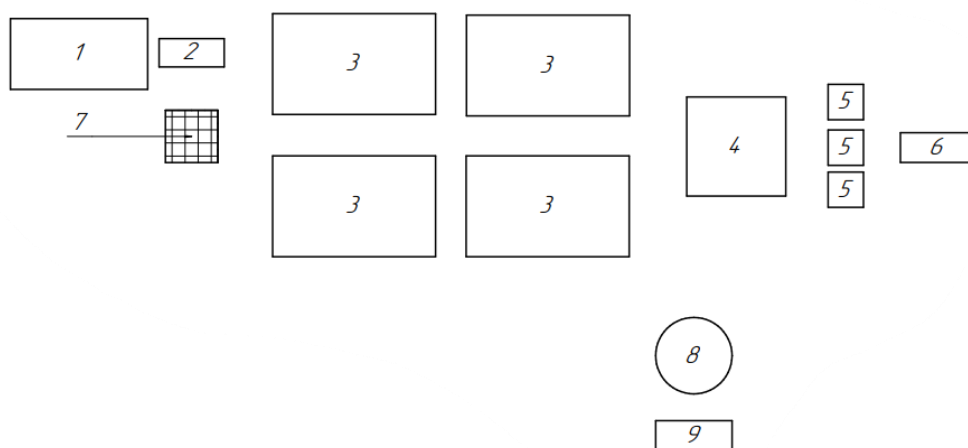


Рисунок 4.2 – Схема розміщення споруд на території підприємства

За планом розміщення очисних споруд починається з резервуару накопичення (1), далі йде горизонтальний пісковловлювач (2) і приєднані до нього піскові майданчики (7), далі йде група з тонкошарових відстійників (3), після яких підключена флотаційна установка (4). Слідом йдуть 3 механічні фільтри (5) і бак очищеної води (6). Знизу зображені підключені до відстійника та флотаційної установки шламонакопичувач (8) та фільтр-прес (9).

Споруди розташовані на промисловому майданчику на відкритому просторі таким чином, щоб усі промислові комунікації використовувалися максимально ефективно. Для їх розміщення було обрано простір у північній частині підприємства, звідки очищена вода йде на скид у р.Ірпінь.

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Будь-який виробничий процес супроводжується потенційними ризиками для працівників. У зв'язку з цим критично важливо ідентифікувати специфічні небезпеки, властиві конкретному виробництву, та визначити заходи щодо дотримання нормативів безпеки.

Аналіз технологічного циклу ПрАТ «Ветропак Гостомельський склозавод» свідчить про наявність низки факторів ризику:

- Використання хімічних агентів (шкідливі речовини);
- Застосування пожежо- та вибухонебезпечних матеріалів;
- Експлуатація джерел енергії: стиснене газове середовище, теплове та електричне обладнання.

Для логістики сировини та готової продукції застосовується система транспортних засобів: стрічкові, похилі та горизонтальні конвеєри; шнекові транспортери та елеватори; рейкові системи переміщення (міжцехові та внутрішньоцехові).

Хоч виробничий комплекс спроектований з дотриманням стандартів охорони праці, специфіка скляного виробництва зумовлює об'єктивні небезпеки. Серед ключових виробничих факторів ризику на підприємстві виділяють:

1. Якість повітряного середовища (аерація, запиленість, газові домішки);
2. Рівні виробничого освітлення;
3. Акустичне забруднення (шум, вібрація);
4. Пожежовибухонебезпека.

Надалі кожен з цих аспектів буде детально розглянуто разом із запобіжними заходами для мінімізації ризиків.

5.1 Стан повітрі в цехах

Основним чинником, що визначає якість повітря, є його хімічний склад. Він залежить як від природного складу, так і від наявності різноманітних забруднень.

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Вентиляція відіграє важливу роль у забезпеченні якісного повітря в приміщеннях – вона сприяє оновленню повітря, виводячи забруднене та подаючи свіже. Залежно від способу руху повітря вентиляція буває природною або механічною. Природна вентиляція базується на різниці температур або впливі вітру, тоді як у механічній вентиляції повітря переміщується за допомогою вентиляторів.

Окремо можна виділити місцеву вентиляцію – вона призначена для уловлювання шкідливих речовин ще на місці їх утворення, не даючи їм поширюватися в приміщенні.

Особливо важливою є вентиляція у лабораторіях та інших виробничих приміщеннях, де працівники мають справу з небезпечними речовинами. У таких місцях обов’язково мають бути витяжні шафи для безпечного видалення шкідливих парів і газів.

Згідно з вимогами ДСН 3.3.6.042-99, діяльність лаборантів належить до робіт середньої важкості Пб. Вона включає пересування і перенесення вантажів до 10 кг, а витрати енергії при цьому становлять 200-250 ккал за годину[17].

Оскільки така робота виконується протягом усього року, слід враховувати кліматичні умови, наведені в таблиці.

Щоб покращити мікроклімат на робочому місці, можна вжити таких заходів: встановити системи припливно-витяжної вентиляції, модернізувати технологічні процеси, утеплити обладнання, оптимізувати робочі умови та забезпечити працівникам час для відпочинку.

5.2 Освітлення

Освітлення в цехах відіграє важливу роль у виробничому процесі. Правильна його організація сприяє підвищенню ефективності роботи персоналу та зменшує ймовірність виникнення травм на виробництві.

Щоб забезпечити комфортні умови праці, до виробничого освітлення висуваються певні вимоги. Основні з них такі:

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Яскравість освітлення на робочих місцях має відповідати санітарно-гігієнічним нормам, встановленим для конкретного типу роботи.
- Світло має рівномірно розподілятися по всьому приміщенню, без різких перепадів яскравості між робочою зоною та навколишнім простором. Не допускається утворення тіней, особливо на рухомих частинах обладнання.
- У полі зору працівника не повинно бути джерел сліпучого блиску.
- Штучне освітлення повинно бути максимально близьким за спектром до природного денного світла.
- Освітлювальні прилади не повинні створювати додаткових небезпек, таких як перегрівання, шум, ризик ураження електричним струмом, а також не мають становити пожежної чи вибухової загрози.

У виробничих приміщеннях використовується штучне освітлення за допомогою люмінесцентних ламп типу ЛБ. Електроживлення здійснюється при напрузі 220 В відповідно до норм ДБН В.2.5-28:2018. Додаткове освітлення забезпечується через вікна, що дають природне світло. На випадок зникнення живлення передбачено включення аварійного освітлення для безпеки працівників. [18]

5.3 Виробничий шум

На підприємстві джерелами виробничого шуму є технологічне обладнання, що працює на етапах підготовки шихти та формування скляної тари, а також насоси, розташовані на насосній станції.

Згідно з вимогами ДСН 3.3.6 037-99, допустимий рівень шуму у виробничих приміщеннях не повинен перевищувати 80 дБА. [19]

Шум належить до шкідливих виробничих чинників і може серйозно впливати на здоров'я працівників. Постійний або інтенсивний шум спричиняє головний біль, біль у вухах, швидко втому, дратівливість, а також може порушувати роботу нервової системи.

Щоб зменшити рівень шуму до безпечних меж, на підприємстві вжито такі заходи:

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

- Модернізовано частини обладнання, що створюють найбільше шуму, шляхом заміни матеріалів на ті, що мають кращі звукоізоляційні властивості;
- Для окремих шумних елементів машин встановлено звукоізолюючі кожухи;
- Монтування вентиляційного обладнання дозволило частково знизити загальний рівень шуму у приміщеннях.

Для захисту працівників від впливу виробничого шуму на підприємстві використовуються індивідуальні засоби захисту слуху. Зокрема, застосовуються протишумові навушники MAGNY HELMET, а також беруші 3М 1130, виготовлені зі спіненого поліуретану.

Ці засоби ефективно знижують рівень шумового навантаження на слуховий апарат працівників, тим самим зменшуючи ризик розвитку професійних захворювань, пов'язаних із тривалим впливом шуму. [20, 21]

5.4 Пожежонебезпека

Для уникнення великої кількості пожеж холоджувальні споруди лотків склоформуєчих машин і гранулятора виготовлені з негорючих матеріалів, що робить їх загалом пожежобезпечними.

Однак, попри вжиті заходи, ризик виникнення пожеж на підприємстві все ж існує, зокрема через можливий витік газу. До потенційно займистих матеріалів належать дерев'яні конструкції, тверді речовини, папір та інші горючі матеріали.

Згідно з ДСТУ Б В.1.1-36:2016, виробництво належить до пожежонебезпечної категорії В, а будівлі мають II ступінь вогнестійкості[22].

Серед основних причин пожеж можна виділити:

- несправність електрообладнання;
- коротке замикання та перевантаження кабельних мереж;
- займання ізоляції проводки;
- використання відкритого вогню в заборонених місцях.

На підприємстві впроваджено низку заходів пожежної безпеки:

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

- встановлено внутрішні протипожежні водопроводи та пожежні крани відповідно до вимог ДБН В.2.5-56:2014;
- використовується первинне пожежогасіння: вуглекислотні вогнегасники ОУ-5, ящики з піском, пожежні щити[23];
- ізоляцію обладнання захищено від перегріву та механічних пошкоджень;
- заземлено обладнання, резервуари й трубопроводи для усунення ризику накопичення статичної електрики;
- повітря зволожується або іонізується для зниження ймовірності займання;
- на сушарках, печах і газопроводах встановлено запобіжні мембрани, клапани та автоматичні системи захисту від короткого замикання.

5.5 Правила поведінки на території підприємства

1. Рухатися по території підприємства необхідно тільки по розмічених пішохідних доріжках, тротуарах, які виділені білими лініями з намальованими «чоловічками», де вони є, а де їх немає – дотримуватись краю проїзної частини. Переходити проїзну частину по пішохідних переходах (по «зебрі»).

2. Якщо в зоні видимості немає переходу або перехрестя, дозволяється переходити дорогу під прямим кутом до краю проїзної частини в місцях, де дорогу добре видно в обидва боки, і лише після того, як упевнилися у відсутності небезпеки.

3. Перед виходом на проїзну частину з-за транспортних засобів, що стоять, та будь-яких об'єктів, що обмежують оглядовість, необхідно впевнитись у відсутності транспортних засобів, що наближаються.

4. Пересуватись по території діляниць необхідно обережно, прислухатися до звукових сигналів транспортних засобів, кареток для зведення готової продукції.

5. У темний час доби та в умовах недостатньої видимості пішоходи, що рухаються по проїжджій частині або узбіччі, повинні використовувати світловідбиваючі елементи (стрічку, наклейку, жилет тощо) або бути в одязі, що має світловідбиваючі елементи.

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

6. Переходити через залізничні колії тільки у визначених місцях. При переході через залізничні колії бути обережним на переходах (переїздах), перед переходом необхідно зупинитись, впевнитися у відсутності тепловоза з вагонами.

7. У виробничих приміщеннях необхідно знаходитися у спецодязі, спецвзутті, берушах, захисних окулярах. Роботу виконувати із використанням засобів індивідуального захисту.

8. Швидкість руху транспортних засобів по території підприємства не повинна перевищувати 10 км/год, а в приміщеннях – 5 км/год.

9. Рух здійснюється згідно схеми руху транспортних засобів та пішоходів, що вивішена при в'їзді на територію підприємства.

10. Працівник зобов'язаний дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт.

5.6 На території підприємства забороняється

1. пересуватися по території підприємства без супроводу представника підприємства;

2. знаходитись на території підприємства у нетверезому вигляді, стані наркотичного або токсичного сп'яніння, вживати алкогольні, наркотичні та токсичні речовини;

3. торкатися вузлів, деталей, механізмів, що рухаються або обертаються;

4. брати в руки готові вироби, торкатися їх на лініях, конвеєрах;

5. вмикати або вимикати обладнання, що встановлене у підрозділах підприємства;

6. заходити за постійні та тимчасові загорожі;

Дії у разі повітряної тривоги:

У разі отримання інформації (мобільний зв'язок, сирена) про повітряну тривогу відвідувачі повинні припинити будь-яку діяльність і перейти (за вказівниками) до захисної споруди, розташованої в адміністративній будівлі.

Дії при виявленні вибухонебезпечних предметів:

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. зупинитися і оглянутися, попередити людей про небезпеку, повернутися тим же маршрутом, яким прийшли, відійти на відстань не менше 100 метрів;
2. повідомити контактну особу заводу, яка працює з відвідувачами;
3. не намагатися самостійно знешкодити вибухонебезпечний предмет;
4. забороняється: самостійно оглядати предмет і переміщати його, торкатися до нього, брати в руки, наносити удари, розкривати, намагатися розібрати, накривати чим-небудь або засипати землею, проводити самостійний пошук інших предметів.

5.7 Евакуація в разі аварії

1. У випадку аварійних ситуацій необхідно:

попередити оточуючих про небезпеку і евакуацію, залишити небезпечну зону по найбільш безпечному маршруту; залишити територію підприємства, місце збору - площа перед прохідною заводу; повідомити про прибуття на місце збору, очікувати подальших інструкцій.

2. Заборонено:

- Входити в будівлі та приміщення до отримання дозволу
- Повертатися за особистими речами

Якщо на місці збору відсутні інші працівники:

- Повідомити начальника адміністративно-господарського відділу
- Зв'язатися з контактною особою для відвідувачів

Дії при нещасному випадку:

- Надати першу (домедичну) допомогу постраждалому
- Доставити до медпункту (І поверх адмінкорпусу)
- Повідомити контактну особу підприємства
- Зберегти обстановку на місці події (якщо це не загрожує безпеці)
- Не змінювати стан обладнання до прибуття комісії

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Висновок

У рамках дипломного проєкту було виконано розробку технологічної схеми очищення зливових вод з території ПрАТ «Ветропак Гостомельський склозавод», з урахуванням специфіки забруднень та вимог нормативної документації України. Проведене дослідження дозволило визначити оптимальну послідовність очисних споруд, які здатні ефективно усувати як зважені речовини, так і емульговані нафтопродукти, органічні та неорганічні забруднювачі, що надходять до складу дощових стічних вод.

Аналіз літературних джерел, чинних санітарно-гігієнічних норм та характеристик водозабруднюючих компонентів дозволив обґрунтувати вибір технологій. Зокрема, до складу очисної системи увійшли: резервуар-накопичувач для усереднення потоку; пісковловлювач для затримання крупнодисперсних домішок; тонкошаровий відстійник для прискореної гравітаційної сепарації завислих речовин; флотаційна установка для видалення емульгованих форм нафтопродуктів; а також механічний фільтр, що забезпечує фінішну доочистку до нормативних значень.

Розрахунки, проведені у проєкті, підтвердили ефективність обраної технологічної схеми. За результатами моделювання та інженерних розрахунків встановлено, що система здатна очищати до 3800 м³ зливових вод на добу, забезпечуючи відповідність очищеної води показникам ГДК для скиду у водні об'єкти. Очищена вода відповідає вимогам за вмістом зважених речовин, БСК, ХСК, концентрацією нафтопродуктів та іншими важливими показниками.

Проєкт також охопив важливі аспекти, пов'язані з охороною праці, технікою безпеки та екологічними ризиками, що виникають при експлуатації очисних споруд. Це свідчить про комплексний та відповідальний підхід до реалізації завдань, що поставлені в межах бакалаврської підготовки за спеціальністю 101 «Екологія».

Таким чином, результати дослідження підтверджують можливість впровадження розробленої схеми в реальних умовах промислового

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підприємства. Застосування сучасних інженерних рішень та адаптація технологій до умов конкретного об'єкта дозволяють досягти високих екологічних стандартів при оптимальних економічних витратах. Запропонована технологічна схема може бути рекомендована до реалізації як приклад ефективного поводження зі зливовими стоками, що відповідає принципам сталого розвитку та екологічної безпеки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування.
2. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною.
3. Петрук В. Г., Васильківськ-кий І. В., Петрук Р. В., Сакалова Г. В. та ін. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 2. Методи очищення стічних вод: підручник. – Херсон : Олді-плюс, 2019 рік. – 298 с.
4. СНиП 2.04.03-85 (Актуалізована редакція за ДБН В.2.5-75:2013). Каналізація. Зовнішні мережі та споруди.
5. Таварткіладзе І. М., Нечипор О.М. Очистка міських та промислових стічних вод. Навчальний посібник. – Київ: КНУБА, 2014. – 252 с.
6. Басова Л. М. *Очистка нафтовмісних стічних вод підприємств.* – Київ: НУХТ, 2018. – 320 с.
7. Патенко П. Ф., Коваль В. М., Яковлєва Л. М. *Сорбційні методи очищення стічних вод.* – Київ: Основа, 2009. – 240 с.
8. Воронов Ю. В. *Водопостачання та водовідведення.* – Київ: Ліра, 2018. – С. 145–148.
9. *EPA Stormwater Technology Fact Sheet – Sand Filters.* 2021. – URL: www.epa.gov (дата звернення: 15.07.2024).
10. *Механічне очищення стічних вод* [Електронний ресурс]. — URL: <https://studfile.net/preview/12520807/page:9/>
11. Вікіпедія: «Фільтрування» [Електронний ресурс]. — URL: <https://uk.wikipedia.org>
12. UniDim. *Фільтр механічного очищення води* [Електронний ресурс]. — URL: <https://unidim.com.ua>
13. ЗІКО. *Промислові механічні фільтри* [Електронний ресурс]. — URL: <https://ziko.com.ua>

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

- 14.Гомеля М. Д., Крисенко Т. В., Дейкун І. М. *Очисні споруди. Основи проектування*: навч. посібник. – Київ: НТУУ «КПІ», 2007. – 176 с. – ISBN 978-966-622-263-6.
- 15.Гомеля М. Д., Радовенчик В. М., Шаблій Т. О. *Основи проектування очисних споруд*. – Київ: Інфодрук, 2013. – 175 с.
- 16.Антипчук А. Ф. *Очищення води: опорний конспект лекцій*. – Київ: Університет «Україна», 2008. – 57 с.
- 17.ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
- 18.ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.
- 19.ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
- 20.*Протишумні навушники MANGY HELMET* [Електронний ресурс]. – URL: <https://promosafe.com.ua>
- 21.*Беруші протишумні 3М 1130* [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.ozon.com.ua>
- 22.ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
- 23.ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту.

Додаток А. Експлікація до технологічної схеми

[illegible]

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б. Експлікація до плану розміщення очисних споруд

<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Позиція</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіль- кість</i>	<i>Примітка</i>
				<u>Документація</u>		
<i>А1</i>				<u>План розміщення</u>		
		<i>1</i>		<i>Резервуар накопичення води</i>	<i>1</i>	
		<i>2</i>		<i>Пісковловлювач</i>	<i>1</i>	
		<i>3</i>		<i>Тонкошаровий відстійник</i>	<i>1</i>	
		<i>4</i>		<i>Флотаційна установка</i>	<i>1</i>	
		<i>5</i>		<i>Механічні фільтри</i>	<i>3</i>	
		<i>6</i>		<i>Бак очищеної води</i>	<i>1</i>	
		<i>7</i>		<i>Піскові майданчики</i>	<i>3</i>	
		<i>8</i>		<i>Шламонакопичувач</i>	<i>1</i>	
		<i>9</i>		<i>Фільтр-прес</i>	<i>1</i>	
					<i>ДП 1214.02.002</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум..</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Експлікація до плану розміщення очисних споруд</i> <i>Літ.</i> <i>Аркуш</i> <i>Аркушів</i> <i>НТУУ «КПІ» ІХФ, ЛЕ-12</i>	
<i>Розроб.</i>		<i>Сафоненко В.А</i>				
<i>Перев.</i>		<i>Твердохліб М.М.</i>				
<i>Н.контр.</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Гомеля М.Д.</i>				

Додаток В. Експлікація до профілю руху води

[illegible]

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		